

Otto Savonen

Pienjänniteverkon saneerauskonsepti

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Insinöörityö

23.5.2016

Tekijä(t) Otsikko	Otto Savonen Pienjänniteverkon saneerauskonsepti
Sivumäärä Aika	37 sivua + 1 liite 23.5.2016
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Sähkötekniikan koulutusohjelma
Suuntautumisvaihtoehto	Sähkövoimatekniikka
Ohjaaja(t)	Lehtori Tuomo Heikkinen Asiakkuuspäällikkö Kaj Storås
<p>Tässä insinöörityössä tutkittiin sähkönsiirtoyhtiö Carunan uuden pienjänniteverkon rakentamiskonseptin soveltamista sähköverkon saneerauksiin. Tavoitteena oli selvittää ja luoda pohja toimintamallille pienjänniteverkon saneerauksiin uudella konseptilla, jossa asiakkaan tontille tai tontin rajalle asennetaan verkkoyhtiön kustantama yhdistelmäkaappi. Asiakkaan sähkömittari tai sähkömittarit siirretään saneerauksen yhteydessä yhdistelmäkaappiin, joka toimii asiakkaan pääkeskuksena. Työn tarve syntyi sähkömarkkinalain muutoksista, jotka astuivat voimaan 1.9.2013.</p> <p>Tässä työssä esitetään sähkönjakeluliiketoiminnan kannalta merkittävimmät lakimuutokset, jotka vaikuttavat Carunan ja muiden Suomessa toimivien sähkönjakeluyhtiöiden liiketoimintaan ja analysoidaan kuinka nämä muutokset ohjaavat Carunan pienjänniteverkon rakentamis- ja saneerausstrategiaa. Tässä työssä tutkittu konsepti tukee näitä lakimuutoksia. Uuden sähkömarkkinalain lisäksi tämän työn teossa on materiaalina käytetty lähinnä Carunan omia sisäisiä julkaisuja sekä työohjeita. Tämän uuden verkonsaneerauskonseptin työn toteutuksen yhteydessä ilmeneviä haasteita ja ratkaistavia kysymyksiä on esitetty tässä työssä ja niille on annettu ratkaisuehdotuksia.</p> <p>Työn tuloksena saatiin kattava esiselvitys verkonrakennuskonseptin soveltamisesta sähköverkon saneerauksiin. Työ tulee toimimaan osana pohjaa Carunan uuden pienjänniteverkkostrategian lanseeraamiseen.</p>	
Avainsanat	sähköjakelu, saneeraus, pienjännite, regulaatio

Author(s) Title Number of Pages Date	Otto Savonen A New Concept for Repairing Low Voltage Electricity Distribution Networks 37 pages + 1 appendix 15 September 2012
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical engineering
Specialisation option	Electrical power engineering
Instructor(s)	Kaj Storås, Account Manager Tuomo Heikkinen, Lecturer
<p>This thesis was made for electricity distribution company Caruna that has a new concept for building and repairing low voltage distribution networks. Thesis focuses on applying the concept for distribution network reparations and its objective is to form a base for a new operation model for renovating low voltage distribution networks. In this concept the distribution network company offers the customer a new main switchboard that is installed on the property or on the border of the property. The energy meter or meters will be moved to the new switchboard and it works as the mains switchboard for the electricity connection. The need for this thesis rose from changes made in 2013 to the law that regulates electricity distribution business in Finland.</p> <p>This thesis presents the most influential changes made in 2013 to the law that regulates electricity distribution business in Finland and how they affect the business of Caruna and other electricity distribution companies, and analyzes how the changes will transform the strategy how Caruna builds and renovates low voltage distribution networks. Besides the new law, the material used for this thesis was mainly from Caruna's own internal publications and working instructions. Possible situations and challenges that might arise during the renovation projects are considered in this thesis and possible solutions are proposed.</p> <p>As a result, a thorough report on applying this new network concept to low voltage distribution network reparations was achieved. It will work as a foundation to the launch of Caruna's new low voltage distribution network strategy.</p>	
Keywords	electricity distribution, reparations, low voltage, regulation

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	4
2	Caruna	5
2.1	Carunan historia	5
2.2	Yrityskauppa Fortumin kanssa 2014	5
2.3	Sähköverkko	5
3	Sähkömarkkinalaki 588/2013 ja sen aikaansaamat muutokset	8
3.1	Toimitusvarmuuskannustin	8
3.2	Sähkönjakelun keskeytyksistä maksettavien korvausten nousu	9
3.3	Päätös liittymiskaapeleiden omistajuudesta	10
4	Sähköverkon rakenne	11
4.1	Verkon suunnittelu nykymallilla	11
4.2	Verkkotietojärjestelmä Trimble NIS	12
4.3	Pilottihanke Kaltevankulman kaava-alueella	13
4.3.1	Keskijänniteverkon rakenne	14
4.3.2	Pienjänniteverkon rakenne	15
4.3.3	Sähköliittymän käyttöönotto	15
5	Saneeraus	16
5.1	Saneeraustarpeen kartoitus investointipäätöksissä	16
5.2	PJ-strategia	17
5.3	Yhteistyö teleoperaattoreiden ja muiden infrarakentajien kanssa	17
5.4	Asiakkaan verkko	19
5.4.1	Liittymiskaapeli	19
5.4.2	Asiakkaan mittausratkaisu	21
5.4.3	AMKA-koukut seinällä	22
5.4.4	Yhteiskäyttöpylväät	22
5.4.5	Keskukset pylväissä	23
5.4.6	Suuret tontit	23

5.4.7	Puretun verkon kierrättäminen	24
5.5	Uuden verkon dokumentointi	24
6	Tekninen määrittely	25
6.1	Yhdistelmäkaappi	25
6.1.1	Pääsulakkeet	25
6.1.2	Energiamittari	26
6.1.3	Verkkoyhtiön puoli	26
6.1.4	Tekniset tiedot	27
6.2	Etäluettava Echelon-mittari ja keskitin	28
7	Ratkaistavat asiat/Haasteet	30
7.1	Kuormanohjaus	30
7.2	Monimittarikohteet	31
7.3	Suuret liittymät	32
7.4	Liittymisoikeusmuutokset	32
7.5	Yksivaiheiset sähköliittymät	33
7.6	Asiakkaiden suostumus	33
8	Hyödyntäminen tulevaisuudessa	34
8.1	Pilottihanke verkonsaneeraukseen	34
8.2	Tulevaisuuden palvelut	35
8.3	Aurinkosähkön tuottaminen	35
9	Yhteenveto	37
	Lähteet	38
	Liitteet	
	Liite 1. Yhdistelmäkaappi ABB MMK 01A – 63A	

Lyhenteet

PJ	Pienjännite, korkeintaan 1000V
KJ	Keskijännite, 1-36 kV
AMKA	Alumiininen pienjänniteriippukierrejohto
kVA	Kilovolttiampeeri
EV	Energiavirasto
EMV	Energiamarkkinavirasto
NKA	Verkkokomponentin nykykäyttöarvo
PLC	Power Line Communication

1 Johdanto

Tässä insinööriyössä tutkitaan sähkönsiirtoyhtiö Carunan uuden pienjänniteverkon rakentamiskonseptin soveltamista sähköverkon saneerauksiin. Tavoitteena on selvittää toimintamallia pienjänniteverkon saneerauksiin uudella konseptilla, jossa asiakkaan tontille tai tontin rajalle asennetaan verkkoyhtiön kustantama yhdistelmäkaappi. Asiakkaan sähkömittari tai sähkömittarit siirretään saneerauksen yhteydessä yhdistelmäkaappiin, joka toimii asiakkaan pääkeskuksena.

Tarve tälle insinööriyölle syntyi sähkömarkkinalain muutoksista, jotka astuivat voimaan 1.9.2013. Muutokset ohjaavat merkittävästi sähkönsiirtoyhtiöiden liiketoimintaa Suomessa. Lakimuutosten päätavoite on sähköverkkojen toimitusvarmuuden ja palvelujen tason nostaminen, johtuen erityisesti viime vuosina sattuneiden myrskyjen synnyttämistä suurista asiakasvaikutuksista, kuten tapaninpäivän suurmyrsky joulukuussa 2011. Sähkönsiirtoliiketoiminta on Suomessa säädelyä liiketoimintaa, jota valvoo Kauppa- ja Teollisuusministeriön alainen Energiavirasto (ent. Energiamarkkinavirasto). Tämän työn kannalta erityisen merkitsevä muutos lakiin on päätös, etteivät vuoden 1995 jälkeen rakennetut liittymisjohdot enää kuulu jakeluverkkoyhtiöiden tuottopohjaan eikä niistä saa enää verkko-omaisuutta. Tästä syystä näiden rakentamista tulee välttää. Toinen tämän työn kannalta merkittävä muutos lakiin oli sähkönjakelun keskeytyksistä asiakkaille maksettavien korvaussummien merkittävä nousu. Muutokset tukevat sähkönsiirtoyritysten tavoitetta muuttaa sähköverkkonsa säävarmaksi maakaapeliverkoksi. Tässä työssä tutkitaan verkonsaneerauskonseptia, joka tukee näitä lakimuutoksia. Tätä konseptia on pilotoitu Hyvinkäällä Kaltevankulman uuden asemakaavan sähköverkon rakentamisessa vuonna 2015. Kaltevankulman pilottia käytetään tässä työssä esimerkkinä selventämään konseptin periaatetta. Tämän työn painopiste on kuitenkin vastaavan verkkorakenteen soveltamisessa sähköverkon saneerauskohteisiin.

2 Caruna

2.1 Carunan historia

Caruna on Suomen suurin sähkönsiirtoyhtiö, jolla on noin 650 000 yksityis- ja yritysasiakasta. [1.] Caruna on tuore yritys, perustettu vuonna 2014, ja se koostuu kahdesta yhtiöstä, Caruna Oy:stä ja Caruna Espoo Oy:stä, joilla on eri verkkoalueet ja omat hinnoittelunsa. Carunalla on noin 20 %:n markkinaosuus sähkösiirtoliiketoiminnasta Suomessa, mikä tekee siitä alan suurimman yhtiön. [2.] Carunan historia alkaa vuodesta 1912, jolloin yhtiö aloitti toimintansa Lounais-Suomen Sähkönä. Lukuisten yritysostojen jälkeen Caruna toimi viimeisimpänä Fortum Sähkönsiirto Oy:nä ennen kuin se myytiin ja Caruna perustettiin. [1.] Ari Koponen on toiminut Carunan toimitusjohtajana maaliskuusta 2014. Carunan pääkonttori sijaitsee Espoon Leppävaarassa. Carunalla on suoraan palveluksessaan 270 työntekijää ja välillisesti työllistettynä noin 1500 työntekijää. [3.]

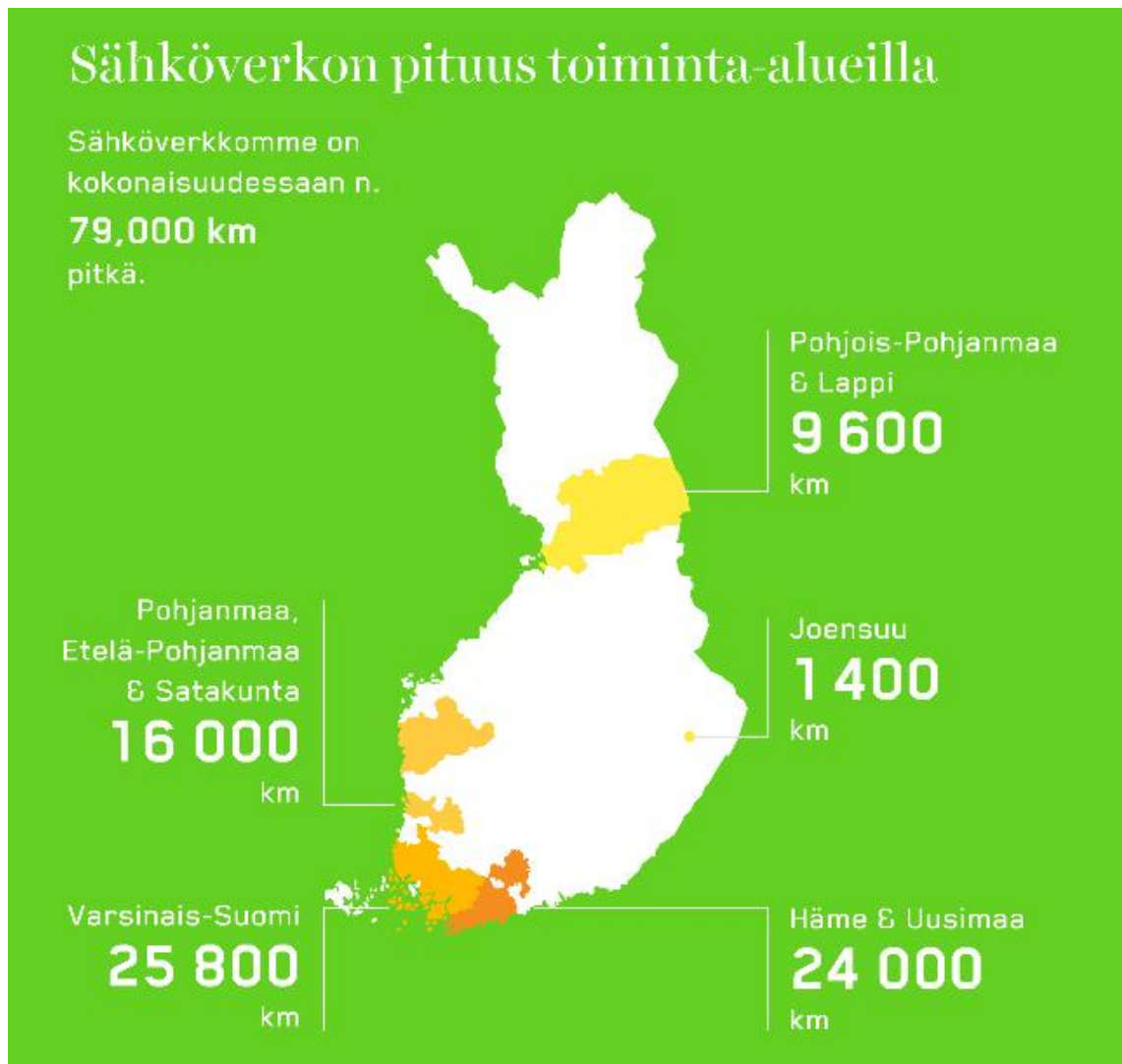
2.2 Yrityskauppa Fortumin kanssa 2014

Caruna muodostui Suomen suurimman energia-alan yrityksen Fortum Oyj:n myytyä sähköverkkoliiketoimintansa Suomessa vuonna 2014. Yrityksen omistaa tällä hetkellä kansainväliset infrastruktuurisijoittajat Borealis Infrastructure (40 %) ja First State Investments (40 %) sekä kotimaiset eläkevakuutusyhtiöt Keva (12,5 %) ja Elo (7,5 %). Yrityskauppa syntyi Fortumin halusta keskittää liiketoimintaansa energian tuotantoon ja myyntiin. Kauppahinta oli 2,55 miljardia euroa. Kauppa tuli lainvoimaiseksi vuoden 2014 maaliskuussa, ja Caruna aloitti toimintansa. [4.]

2.3 Sähköverkko

Carunan sähköverkko on pituudeltaan noin 79 000 kilometrin mittainen. Verkon pituuden jakautuminen on eritelty verkkoalueittain kuvassa 1. Verkkoalueet sijaitsevat Etelä-, Lounais- ja Länsi-Suomessa sekä Koillismaalla ja Joensuussa. Verkkoalueet selviävät tarkemmin kuvasta 2. Carunan omistuksessa on 180 sähköasemaa sekä 27 300 jakelumuuntamoaa. Suurin osa Carunan runkoverkosta on rakennettu 1970- ja 1980-luvuilla ja on tulossa elinkaarensa loppuun, joten Caruna investoi voimakkaasti sähköverkkoonsa.

Erityisesti keskijänniteilmalinjaverkkoa saneerataan maakaapeliverkoksi ja samalla sää-
vutetaan parempi sähkön toimitusvarmuus. Tavoitteena on saneerata suurin osa keski-
jänniteverkon ilmajohdoista vuoteen 2028 mennessä. Toimitusvarmuutta pyritään paran-
tamaan myös lisäämällä verkostoautomaation määrää sekä ilmajohtokatu-
jen vierimet-
säraivauksilla. [3.]



Kuva 1. Carunan sähköverkon pituus eri verkkoalueilla. [3.]

3 Sähkömarkkinalaki 588/2013 ja sen aikaansaamat muutokset

Uusi, 1.9.2013 voimaantullut, sähkömarkkinalaki (588/2013) ohjaa voimakkaasti jakeluverkonhaltijoiden liiketoimintaa Suomessa. Lain päätavoite on sähköverkkojen toimitusvarmuuden ja palvelujen tason nostaminen. Lain toteutumista valvoo sähkömarkkinaviranomaisena toimiva Energiavirasto (ent. Energiamarkkinavirasto). Suurin yksittäinen määräys uudessa sähkömarkkinalaissa kohdistuu sähkönjakelun toimitusvarmuuden vaatimuksiin, joiden tavoitteena on ohjata jakeluverkonhaltijoita kehittämään verkkoaan pitkäjänteisesti. Laki määrää sähkönjakelun keskeytyksille enimmäiskestoajat, korkeintaan 6 tuntia asemakaava-alueella ja muulla alueella korkeintaan 36 tuntia. Carunan toimitusvarmuustavoitteet aikatauluineen selviävät kuvasta 3. Huomioitavaa on, että kyseiset toimitusvarmuusvaatimukset koskevat vain lumikuorman tai myrskyn aiheuttamia keskeytyksiä. Kaikkiin vianaiheuttajiin laki ei siis edellytä kuitenkaan varautumaan. [6.]



Kuva 3. Carunan toimitusvarmuustavoitteet [3.]

3.1 Toimitusvarmuuskannustin

Uutena valvontamenetelmänä sähkönjakeluliiketoiminnan regulaatioon lisättiin toimitusvarmuuskannustin johtuen toimitusvarmuutta koskevien vaatimusten kiristymisestä sekä muutoksista sähkömarkkinalakiin. Toimitusvarmuuskannustimen tarkoituksena on huomioonottaa kiristyneistä vaatimuksista jakeluverkkoyhtiöille syntyvät vaikutukset. Toimitusvarmuuskannustin tuli 29.11.2013 osaksi valvontamenetelmiä. Se ottaa huomioon ennakoivat korvausinvestoinnit ja kunnossapito- sekä varautumistoimenpiteet, joita suoritetaan sähkönjakelun toimitusvarmuuden parantamiseksi. Kannustin ottaa huomioon

ennalta-aikaisesti verkosta purettavien komponenttien NKA- eli nykykäyttöarvon, joka on komponentin alaskirjaushetken arvo, kun se puretaan verkosta ennen sen pitoajan päätymistä. NKA-arvo koskee vain tiettyjä verkosta purettavia komponentteja: Pylväsmuuntamoita, 20 kV:n ilmajohtoja, kauko-ohjattuja erotinasemia sekä ilmajohtoverkon joh-toerottimia. Pienjännitetasolla 0,4 kV NKA-arvo otetaan huomioon vain purettavilla ilma-johdoilla. [7.]

Kannustin siis nimensä mukaisesti kannustaa jakeluverkkoyhtiöitä saneeraamaan jake-luverkkoaan säävarmaksi tekemällä saneerauksesta taloudellisempaa. Tämän työn kan-nalta erityisen merkittäviä saneerauskohteita ovat pylväsmuuntamot ja 0,4 kV:n ilmajoh-dot. Näiden kannustimien avulla saadaan tässä työssä käsitelty saneeraustapa huomattavasti kannattavammaksi.

3.2 Sähkönjakelun keskeytyksistä maksettavien korvausten nousu

Uusi sähkömarkkinalaki määrää, että pitkistä sähkönjakelun keskeytyksistä asiakkaille maksettavat korvaukset nousevat huomattavasti. Vanhan lain enimmäiskorvaussumma 700 euroa nousee jopa 2 000 euroon. Vakiokorvausten porrastusta myös muutettiin tau-lukon 1 mukaiseksi. [6.]

Taulukko 1. Asiakkaalle maksettava vakiokorvaus sähkönjakelun keskeytyksistä

Korvaus [%]	Keskeytys vähintään [h]	Mutta vähemmän kuin [h]
10	12	24
25	24	72
50	72	120
100	120	192
150	192	288
200	288	

Toimitusvarmuuden taloudellinen merkitys jakeluverkkoyhtiöille nousee siis huomatta-vasti, ja riski maksettavista korvauksista kannustaa jakeluverkkoyhtiöitä muuttamaan verkkoaan säävarmaksi. Jakeluverkkoyhtiö voi olla velvollinen maksamaan asiakkaalle jopa koko vuoden siirtomaksut takaisin kaksinkertaisena. Tässä työssä tutkittu sähkö-verkon saneeraustapa tukee tätä tavoitetta.

3.3 Päätös liittymiskaapeleiden omistajuudesta

Toinen merkittävä tätä saneeraustapaa tukeva seikka on, että sähkömarkkinalain muutoksen myötä liittymisjohtojen rakentaminen ei enää kuulu jakeluverkkoyhtiöiden tuotto-pohjaan eikä niistä enää saada verkko-omaisuutta. Päätöksen mukaan vuoden 1995 jäl-keen rakennetuista liittymisjohdoista ei saa enää verkko-omaisuutta. Siksi niiden raken-taminen ei ole jakeluverkkoyhtiöille kannattavaa, vaan näiden rakentamisen kuuluu olla asiakkaan vastuulla. Työssä tutkittu yhdistelmäkaappi tulkitaan regulaatiomallissa jako-kaapiksi ja siitä saadaan regulaativastine ja verkko-omaisuutta, joten näiden asentami-nen on verkkoyhtiöille kannattavaa. Liittymisjohtojen kunnossapito asiakkaan tontilla kuuluu myös nykyään asiakkaan vastuulle, ja olisi ristiriitaista, että verkkoyhtiö rakentaisi nämä asiakkaalle. Liittymisjohdolla tarkoitetaan vain yhtä liittymää palvelevaa kaapelia. Kuvaan 4 on merkitty asiakkaan osuus liittymiskaapelista. Kuvassa asiakkaan ja verkko-yhtiön välinen vastuuraja on kaapelijatkos tontin rajan tuntumassa. [8.]



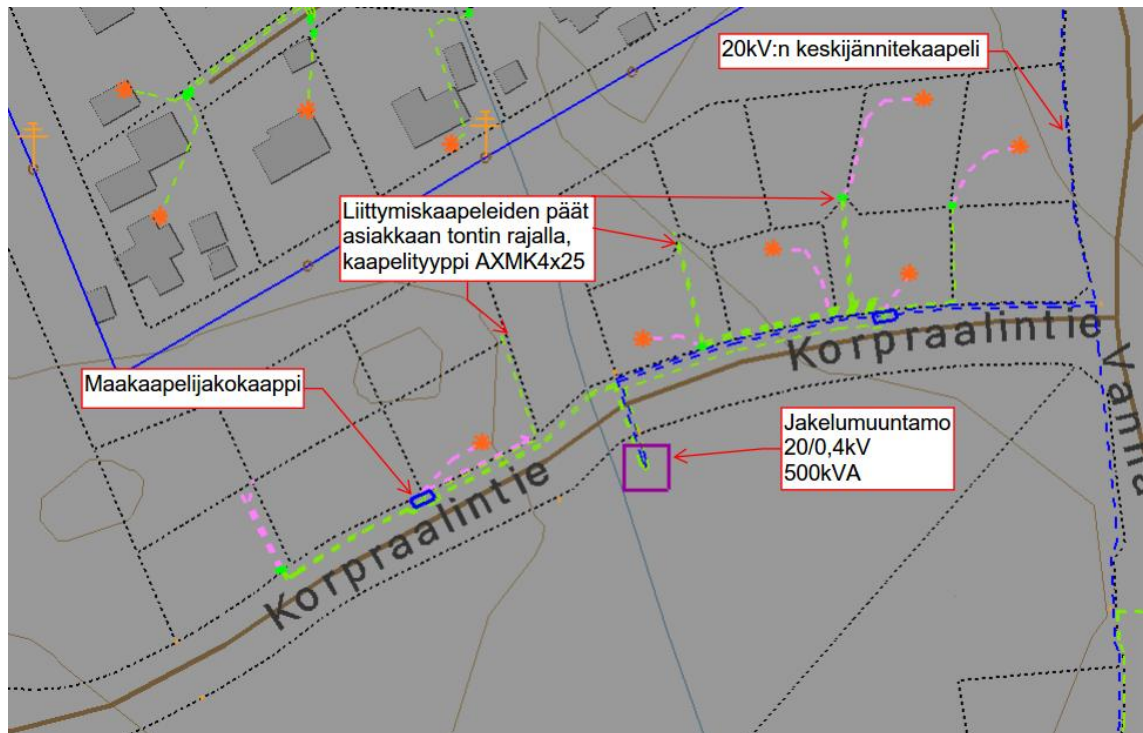
Kuva 4. Asiakkaan osuus liittymiskaapelista

4 Sähköverkon rakenne

4.1 Verkon suunnittelu nykymallilla

Jakeluverkkoyhtiö on velvollinen rakentamaan sähköverkon liittymispisteen asiakkaan tontin rajalle asiakkaan tehtyä tilaus uudelle sähköliittymälle tai korotettaessa jo olemassa olevaa liittymää niin, että verkkoa täytyy vahvistaa. [5.] Jakeluverkkoyhtiö saa itse päättää liittymispisteen sijainnin tontin rajalla. Poikkeuksena ovat suuret tontit, joissa matkaa tontin rajalta asiakkaan mittauskeskukselle on yli 200 metriä. Näissä kohteissa verkko rakennetaan asiakkaan tontin sisälle 200 metrin päähän asiakkaan keskuksesta. Näin toimitaan, sillä standardi SFS-6000 määrää, että uudessa jakeluverkossa tulee olla maadoituspiste korkeintaan 200 metrin välein ja maadoituspisteen rakentamista ei asiakkaalta vaadita, vaan verkkoyhtiö rakentaa sen. Tästä syystä näissä kohteissa täytyy verkko ja maadoituspiste rakentaa asiakkaan tontin sisälle. Maadoituspisteenä toimii yleensä jakokaappi, maadoitettu ilmalinjan pylväs tai muuntamo. [10.]

Kuvassa 5 on havainnollistettu tyypillinen uutta pientaloasemakaava-aluetta varten rakennetun sähköverkon rakenne. Alueille tulee yleensä 20/0,4 kV:n puistomuuntamo, joka pyritään sijoittamaan mahdollisimman keskelle aluetta, jotta se palvelee kaikkia liittymiä alueella. Muuntamo syöttää alueen jakokaappeja runkoverkon välityksellä. Runkoverkon kaapeleina käytetään yleensä AXMK4x95mm²- tai AXMK4x150mm²-tyypin kaapelia riippuen kaapelin kuormitusvirrasta. Sähköliittymien mitoistustehona käytetään pienillä (alle 50 A:n) liittymillä puolta liittymien huipputehosta ja suuremmilla liittymillä kahta kolmasosaa huipputehosta. Jakokaapit pyritään sijoittamaan kahden viereisen tontin väliselle rajalle, jotta säästytään ylimääräiseltä liittymiskaapelin rakentamiselta parhaan mukaan. Jokaisen tontin rajalle ei kuitenkaan ole järkevää tai kannattavaa asentaa jakokaappia, vaan osa liittymistä rakennetaan erillisillä liittymiskaapeleilla jakokaapeilta tonttien rajoille. Kuvan 5 kohteessa on päädytty kahteen pieneen, nimellisvirraltaan 400 A:n suuruiseen jakokaappiin. Verkon suunnittelussa pyritään löytämään mahdollisimman taloudellisesti optimaalinen ratkaisu alueen sähköistämiseen, ottaen kuitenkin huomioon myös tulevaisuuden näkymää. Verkko suunnitellaan niin, että mahdolliset verkon vahvistustyöt ovat myös kohtuullisen taloudellisesti toteutettavissa tulevaisuudessa, mutta verkon selvältä ylivoimaisuudelta ja turhilta investoinneilta pyritään välttymään. [11.]



Kuva 5. Tyypillinen tapa rakentaa kaava-alueen sähköverkko nykymallilla.

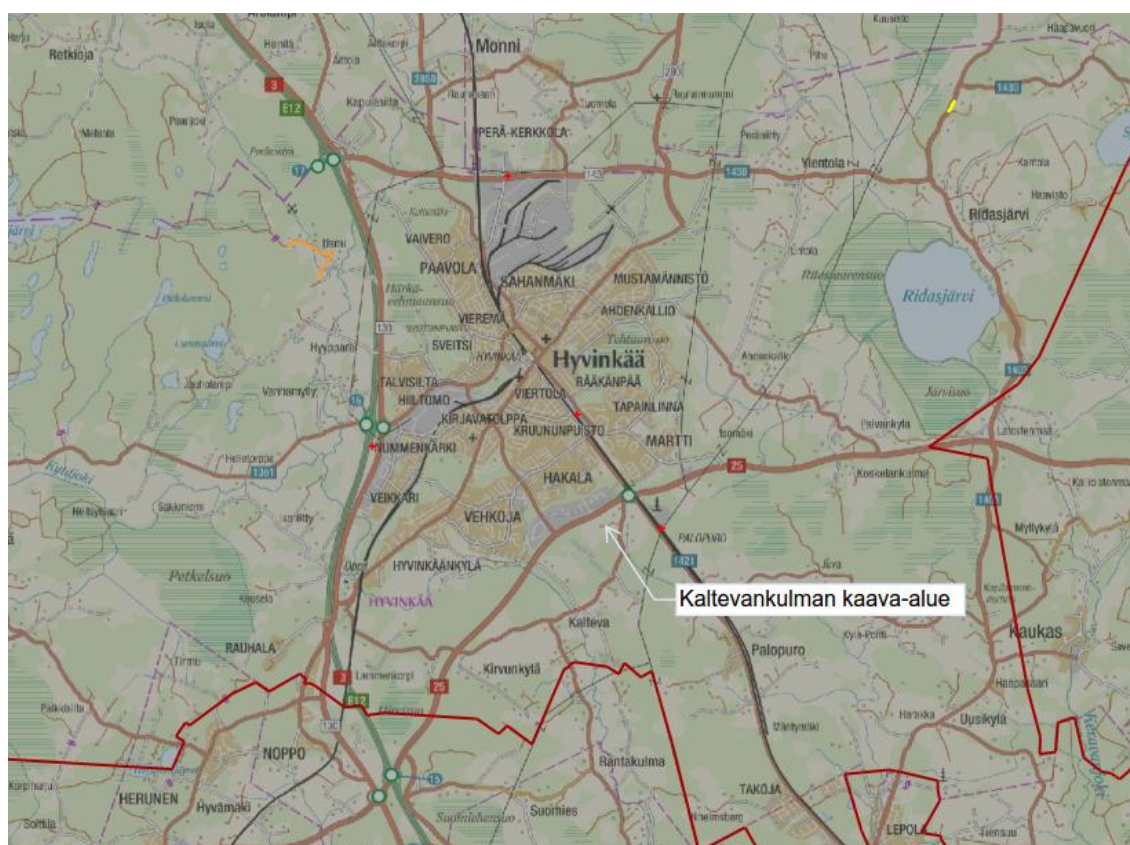
4.2 Verkkotietojärjestelmä Trimble NIS

Carunalla on käytössään Trimble NIS -verkkotietojärjestelmä. Järjestelmä yhdistää verkkomallin sekä paikkatiedon ja soveltuu moneen käyttötarkoitukseen. Trimble NIS sisältää monta eri toimialasovellusta, kuten Verkon suunnittelu ja rakentaminen, Verkostolasenta, Verkkoinvestointien hallinta, Omaisuudenhallinta sekä Kunnossapito. Sovelluksilla hallitaan ja suunnitellaan verkko-omaisuutta teknistaloudellisesti koko elinkaaren ajan. Muokattavien moduulien ansiosta verkkoyhtiön on helppo optimoida investointiaan ja kohdistaa niitä kriittisimpiin ja kannattavimpiin kohteisiin. Investointipäätösten tukena käytetään Trimble NIS -järjestelmästä saatuja omaisuuden ominaisuustietoja, komponenttien kuntoa, ikää ja kulutustietoja esimerkiksi. Näistä muodostetaan malli verkon nykytilalle investointeja harkittaessa. Järjestelmän avulla voidaan myös suunnitella uutta sähköverkkoa ja tutkia sen toiminallisuutta ja varmistaa sähköisten arvojen oikeaoppinen toteutuminen etukäteen ennen verkon rakentamista. Suunnitelmat voidaan välittää verkkorakentajille työn toteutusta varten. Rakentamisvaiheessa järjestelmä hallitsee rakentamiseen käytettyjä materiaaleja, kustannuksia sekä vaadittuja toimenpiteitä. Kun verkkorakennustyö on valmistunut ja kun loppudokumentointi on hyväksytty, suunnitelma ajetaan ns. Master-tietokantaan, eli tietokantaan, joka kuvaa verkon todellista nykytilaa.

Tässä työssä esitetyt verkkokuvat ovat kuvakaappauksia Trimble NIS-järjestelmän Master-tietokannasta. Master-tietokannasta voidaan kätevästi hakea verkon kaikki komponentit ja niiden ominaisuustiedot. Näistä tiedoista pystytään määrittämään koko verkko-omaisuus. Caruna siirtyi käyttämään Trimble NIS -järjestelmää vuonna 2014 erityisesti sen kattavien omaisuudenhallintaominaisuuksien vuoksi. Aiemmin Carunan käytössä oli PowerGrid-verkkotietojärjestelmä, joka ei enää soveltunut Carunan tarpeisiin. [12.]

4.3 Pilottihanke Kaltevankulman kaava-alueella

Tätä verkonrakennuskonseptia on kokeiltu pilottihankkeella Hyvinkäällä Kaltevankulman uudella kaava-alueella vuonna 2015. Alue kuuluu Metsäkaltevan asemakaava-alueeseen Hyvinkään eteläpuolella, sijainti selviää kuvasta 6. Alue jakaantuu 35 tonttiin, joiden keskimääräinen koko on 720 neliometriä. Alueen asemakaavakartta on esitetty kuvassa 7. [13.]



Kuva 6. Kaltevankulman kaava-alueen sijainti.



Kuva

7. Kaltevan kulman asemakaavakartta. [13.]

4.3.1 Keskijänniteverkon rakenne

Alueelle rakennettiin KL-Industrin valmistama Elit 5-tyyppin puistomuuntamo syöttämään sähköliittymiä. Muuntamossa on 315 kVA:n muuntajakone, joka muuntaa jännitteen 20 kilovoltista pienkuluttajien käyttämään 0,4 kilovoltin jänniteportaaseen. Muuntamoa syöttää AHXAMK-WP 3x240 -keskijännitekaapeli. Kaapeleita on kaksi, joten vikatilanteessa tai huoltotöiden yhteydessä muuntamoa voidaan syöttää kahdesta eri suunnasta rengasyhteyden johdosta. Tämä mahdollistaa alueen jatkuvan sähkönsyötön.

4.3.2 Pienjänniteverkon rakenne

Myös alueen pienjänniteverkko on rakennettu renkaaseen, ja näin ollen myös sitä voidaan syöttää kahdesta suunnasta mahdollisissa vika- ja huoltotöissä. Jokaista 35 tonttia varten asennettiin valmiiksi Carunan yhdistelmäkaapit tonttien rajoille. Kuvassa 8 näkyy yhdistelmäkaappeja maastossa asennettuna ja käyttövalmiina. Yhdistelmäkaapit toimivat jakokaappeina sekä asiakkaan mittauskeskuksina. Runkokaapelina kaappien väleillä toimii AXMK4x150-pienjännitemaakaapeli. Runkokaapelit on kytketty ns. jäykkinä, eli sulakkeettomina lähtöinä jakokaappipuolen kiskostoihin.



Kuva 8. Yhdistelmäkaappeja maastossa Hyvinkäällä

4.3.3 Sähköliittymän käyttöönotto

Tätä työtä tehdessä vain 8 sähköliittymää on otettu Kaltevankulman kaava-alueella käyttöön. Yhdistelmäkaapeissa on valmiiksi asennettuna energiamittari, pääsulakkeet ja liittimet asiakkaan liittymiskaapelia varten. Uusi asiakas voi ottaa liittymän käyttöönsä tekemällä Carunan kanssa sähkön liittymissopimuksen sekä sähkönmyyjän kanssa säh-

könostosopimuksen. Kun molemmat sopimukset ovat voimassa, Caruna kytkee sähkönsyötön etänä verkkokäskyn avulla, ja asiakas voi aloittaa sähkönkäyttönsä. Kaapit on varustettu 1- ja 3-vaiheisilla pistorasioilla, joita asiakas voi rakennusvaiheessa hyödyntää työmaasähkön tarpeeseensa. Käytännössä on mahdollista, että asiakas saa sähköliittymän käyttöönsä parissa tunnissa ensikontaktista verkkoyhtiöön, ilman sähköurakoitsijaa. Uuden sähköliittymän rakentamisessa asiakkaan tontille voi usein mennä useitakin kuukausia, eivätkä asiakkaat aina tiedosta pitkiä toimitusaikoja. Tällä verkkorakenteella pitkiltä toimitusajoilta vältytään ja asiakasarvo nousee. Yhdistelmäkaapeille on suoritettu käyttöönottotarkastus verkkoyhtiön puolesta jo asennusvaiheessa. Tämän takia asiakas ei tarvitse omaa sähköurakoitsijaa käyttääkseen yhdistelmäkaapin pistorasioita työmaasähkön tarpeeseensa.

5 Saneeraus

5.1 Saneeraustarpeen kartoitus investointipäätöksissä

Tehdessä saneerauspäätöstä pyritään valitsemaan saneerattavat verkon kohteet niin, että saneerauksella saavutetaan mahdollisimman suuri hyöty ja taloudellisuus. Tämä tarkoittaa sitä, että kohteiksi tulee valita asiakasvaikutukseltaan kriittisimmät kohteet ensin. Tarpeen kartoitukseen vaikuttaa moni asia, esimerkiksi verkon komponenttien ikä suhteessa niiden elinkaareen, verkon kaapelointiaste, historiatiedoista saatu katkojen määrä ja sähköliittymien tiheys alueella. Tiheydellä tarkoitetaan sähköliittymien lukumäärän suhdetta pinta-alaan. Ilmalinjaverkon pylväiden kuntoa voidaan määrittää ”lahomallilla”, joka arvioi pylväiden kuntoa ottamalla huomioon niiden iän, maaperän laadun, sijainnin ja elinkaariarvion riippuen pylvään tyypistä ja kyllästysaineesta. Carunan pitkän linjan tavoitteena on muuttaa koko jakeluverkko säävarmaksi verkoksi, mikä tarkoittaa ilmalinjojen muuttamista maakaapeliverkoksi. Ilmalinjaverkkokin voidaan katsoa säävarmaksi, jos se sijaitsee paikassa, jossa ei ole riskiä esimerkiksi puun kaatumiseen linjoille, kuten pellot ja muut aavat alueet. Saneeraustyöt tehdään kriittisyysjärjestyksessä, eli asiakasvaikutukseltaan suurimmat työt tehdään ensin, ja esimerkiksi vapaa-asuntojen alueet ja saaristokohteet tulevat prioriteettijärjestyksessä luonnollisesti myöhempänä.

5.2 PJ-strategia

Tämä työ keskittyy lähinnä pienjänniteverkon saneerauskonseptin selvittämiseen osana kokonaisvaltaista pienjänniteverkon saneeraushanketta. Keskijänniteverkon saneeraamisessa maakaapeliverkoksi on asiakasvaikutukseltaan selkeästi suurin vaikutus sähkönjakelun keskeytysten määrään, joten on luonnollista, että nämä saneerataan ensin. Carunan jakeluverkosta kuitenkin suurin osa, yli 70 %, on pienjänniteverkkoa, joten myös tämän saneeraamiseen tulee olla selvä strategia. Tämän työn mukaisen saneerauskonseptin toimivuus ja kannattavuus selvitetään, ja konsepti otetaan mahdollisesti toimintamalliksi saneerauksiin, jos se koetaan hyväksi ratkaisuksi. Tulevaisuuden tavoitteena on, että kaikki pj-rakentaminen ja -saneeraus on tämän konseptin rakenteen mukaista.

5.3 Yhteistyö teleoperaattoreiden ja muiden infrarakentajien kanssa

Teleoperaattorit pyrkivät jatkuvasti muuttamaan verkkoaan valokuituverkoksi. Jatkuvasti kehittyvät palvelut edellyttävät yhä suurempia tiedonsiirtonopeuksia, eivätkä vanhat kuparikaapelit enää ole riittäviä toteuttamaan näitä. Televerkoissa tulee väistämättä eteen muutos, joka edellyttää vanhojen kuparikaapeliverkkojen saneerausta nopeampiin optisiin verkkoihin, joissa valokuitu tuodaan koteihin asti tai ainakin hyvin lähelle. Valokuidun asentaminen samaan kaivantoon jakeluverkon kanssa voisi nostaa kannattavuutta erittäin merkittävästi. [14.]

Taulukko 2. Verkonrakennustyön kustannusarvio [15. s.56]

0,4 kV maakaapelit (asennus)	yksikköhinta €	Yksikkö	Rakennettava uusi verkko	Yhteensä €
150 - 185 maakaapeli	19 850	km	0,7346	14 582 €
0,4 ja 20 kV maakaapelit (kaivu)	yksikköhinta €	Yksikkö	Rakennettava uusi verkko	Yhteensä €
Normaali	23 110	km	0,716	16 547 €
Jakokaapit ja jonovaro- kekytkimet	yksikköhinta €	Yksikkö	Rakennettava uusi verkko	Yhteensä €
Haaroituskaappi	660	kpl	19	12540 €
Kaapelijakokaappi, enintään 400 A	1 390	kpl	1	1390 €
Jonovarokeytkin, 250 – 400 A	440	kpl	4	1760 €
Pienjänniteverkon rakentamisen kokonaiskustannukset alv 24 %				58 055,00 €

Yksikköhinnat perustuvat uudisrakentamisen osalta EV:n julkaisemiin vuoden 2014 hintoihin.

Taulukosta 2 huomataan, että kaivukustannukset muodostavat suuren osan verkonrakentamisen kokonaiskustannuksista, noin 35 %. Mukana ei ole vanhan verkon purkamisesta syntyviä kustannuksia. Toisaalta saamme puretuista verkkokomponenteista NKA-arvon, eli komponentin nykykäyttöarvon, mukaista hyvitystä, mikä laskee purkukustannusten merkitystä varsinkin, kun tarkoitus on ennen kaikkea saneerata ilmalinjaverkkoja.

Tämä mahdollinen yhteistyö teleoperaattoreiden kanssa on tärkeää selvittää jo ennen projektin liikkeellelähtöä. Kaivukustannukset muodostavat hyvin suuren osan maakaapeliverkon rakentamiskustannuksista. Kaivukustannukset laskevat merkittävästi, jos ne jaetaan teleoperaattorin kanssa. Televerkon saneeraus on myös selvä etu asiakkaille ja voi edesauttaa asiakkaiden suostumusta sähköverkon saneerausprojektiin ja nostaa myös saneerauksen asiakasarvoa. Mahdolliset suuretkin yhteistyösopimukset teleoperaattoreiden kanssa tulee selvittää ajoissa.

Mahdolliset yhteistyöt myös muiden infrarakentajien kanssa tulee selvittää ajoissa. Esimerkiksi kaupungit ja kunnat saattavat olla halukkaita saneeraamaan samalla katuvalaistusverkkonsa maakaapeliverkoksi. Yhteiskaivut laskevat kustannuksia, joten tämä on

kannattavaa molemmille osapuolille. Muita potentiaalisia yhteistyökumppaneita ovat vesi- ja kaukolämpöyhtiöt. Ennen saneerausprojektin aloittamista tulee kaikki alueen potentiaaliset yhteistyökumppanit selvittää ja yrittää solmia heidän kanssaan yhteistyösopimuksia, sillä tämä on kaikkien edun mukaista, ja yrityksille sekä yhteiskunnalle edullisempaa.

5.4 Asiakkaan verkko

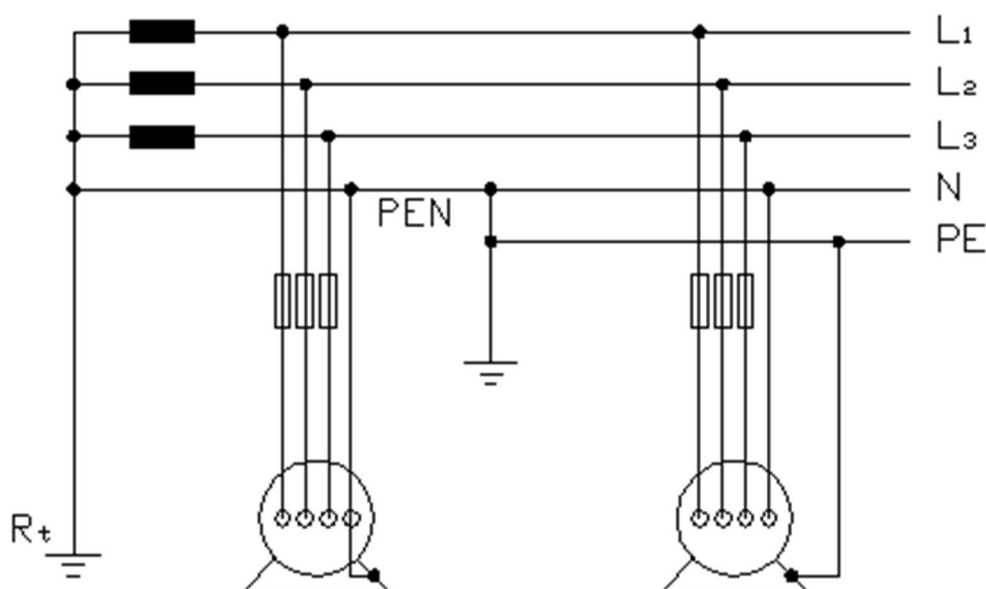
Asiakkaan verkolla tarkoitetaan asiakkaan tontin sisäistä sähköverkkoa. Vanhempien sähköliittymien liittymispiste on usein tontin sisällä eikä tontin rajalla. Tämän työn mukaisessa saneerauskonseptissa on tarkoituksena siirtää liittymispiste tontin rajalle. Liittymispiste toimii asiakkaan ja verkkoyhtiön välisenä vastuurajana ja on loogista, että tontin sisäinen verkko on asiakkaan omaisuutta ja kunnossapitovastuulla. Tyypillisiä liittymispisteitä vanhoissa sähköliittymissä ovat esimerkiksi AMKA-koukut talon seinällä, ilmalinjan pylväs asiakkaan tontilla, jakokaappi tai asiakkaan pääkeskus tontilla.

5.4.1 Liittymiskaapeli

Vain yhtä liittymää varten rakennetut liittymisjohdot eivät enää ole osana jakeluverkko-yhtiöiden tuottopohjaa, eikä niistä enää saa verkko-omaisuutta. Tästä syystä näiden rakentamista pitää pyrkiä välttämään parhaan mukaan. Vastuu liittymiskaapelin hankkimisesta ja asentamisesta on asiakkaalla. Verkkoyhtiölähtöisissä verkonmuutostöissä, kuten tämän verkonsaneeraustavan toteuttamisessa, tulee verkkoyhtiön kuitenkin vastata verkonsaneerauksesta syntyvistä kuluista, kuten asiakkaan tonttikaapelin uusimisesta. Olisi kohtuutonta vaatia tätä asiakkailta. Koko prosessin täytyy olla asiakkaalle kuluton erityisesti siksi, että asiakkaiden suostumus tarvitaan ja se voi olla vaikeaa saada, jos asiakkaalle aiheutuu kuluja.

Yhdistelmäkaapit ovat maadoitettuja ja niissä on viisi liitintä liittymiskaapelille, kolme vaiheille sekä erilliset PE- ja N-liittimet. Liittymiskaapelina voidaan käyttää joko neli- tai viisijohtimista kaapelia. Käytettäessä neljää johdinta on kyseessä TN-C-järjestelmä. PE- ja N-johtimet yhdistetään yhdistelmäkaapilla. Asiakkaan maadoitus tulee toteuttaa vasta seuraavalla keskuksella, jolla myös PE- ja N-johtimet erotetaan toisistaan. Liittymiskaapeli voi olla myös viisijohtiminen, missä PE- ja N-johtimet eriytetään jo yhdistelmäkaa-

pillä. Tällöin kyseessä on TN-S-järjestelmä. Liittyminen pienjännitejakeluverkkoon tapahtuu aina neljällä johtimella, ja vasta asiakkaan pääkeskuksen jälkeen käytetään viittä johdinta. Tämä tarkoittaa, että saneeraustyön yhteydessä, asiakkaan mahdollista käytökelpoista, jo olemassa olevaa, maakaapelia voidaan hyödyntää, mutta nämä ovat nelijohtimisia, joten järjestelmä on tällöin TN-C asiakkaan seuraavalle keskukselle asti. PE- ja N-johtimet eriytetään vasta seuraavalla keskuksella. TN-C- ja TN-S-järjestelmiä koskevat eri vaatimukset. Molempien järjestelmien kytkentäkaaviot selviävät kuvasta 9. Standardin mukaan TN-C-järjestelmässä tulee käytettävien johtimien poikkipinta-alan olla vähintään 10 mm² käytettäessä kuparista valmistettua kaapelia tai 16 mm² käytettäessä alumiinista valmistettua kaapelia. Eli käytettäessä nelijohtimista kaapelia yhdistelmäkaapin ja asiakkaan keskuksen välillä tulee kaapelin poikkipinnan täyttää nämä vaatimukset. [10. kohta 5.54]



Kuva 9. TN-C ja TN-S-järjestelmät [10.]

Standardi SFS-6000 määrää myös, että nollajohtimen poikkipinnan tulee olla vähintään yhtä suuri kuin vaihejohtimien, kun vaihejohtimien poikkipinta-ala on pienempi kuin 16mm² kuparisilla johtimilla tai 25mm² alumiinisilla johtimilla. Esimerkiksi ennen yleisesti käytetty AMCMK3x16+10-kaapeli ei täytä vaatimuksia, sillä nollajohdin on pienempi kuin vaihejohtimet, vaikka nollajohdin kyseisessä kaapelissa onkin kuparia. Olemassa olevia kaapeleita, jotka eivät täytä vaatimuksia, ei luonnollisestikaan voida hyödyntää, vaan niiden tilalle tulee asentaa uusi, vaatimukset täyttävä kaapeli. [10. kohta 524.2]

TN-S-, eli viisijohtimista, -järjestelmää käytettäessä eivät kaapelin poikkipintavaatimukset ole niin tiukat. MCMK5x6-tyypin kaapelia käytetään yleisesti TN-S-järjestelmän ryhmäjohtoina. Tämä kaapeli soveltuu asiakkaan liittymiskaapeliksi käytettäessä viittä johdinta yhdistelmäkaappiin liittyessä.

Jos asiakkaalla on jo valmiiksi liittymisjohtonaan maakaapeli, pyritään tätä hyödyntämään parhaan mukaan. Tästä aiheutuu selvää säästöä, eikä asiakkaan tontilla tarvitse välttämättä tällöin kaivaa maata auki, ja tämä on silloin asiakkaankin etu. Maakaapeli tulee kuitenkin vaihtaa, jos se on huonokuntoinen, riittämätön tai sitä ei pystytä muista syistä hyödyntämään, kuten esimerkiksi, jos asennussuunta tontilla on väärä. Kaapelia kuitenkin hyödynnetään soveltuvin osin, ja jatketaan tarvittaessa tekemällä kaapelijatkos yhdistämään vanhaa ja uutta osaa liittymiskaapelista.

Johtuen muutoksesta sähkömarkkinalakiin vuonna 2013, vuoden 1995 jälkeen rakennetut liittymisjohdot eivät enää kuulu verkkoyhtiöiden tuottopohjaan, eikä niistä saada verkko-omaisuutta. [6.] Tällöin on ristiriitaista, että jakeluverkkoyhtiö rakentaa näitä asiakkaan tontilla ja ottaa johdot omalle kunnossapitovastuulleen. Tästä syystä nykymallin mukaan, asiakkaan tehdessä muutostöitä liittymiskaapeliinsa, tehdään samalla kaapelin omistajuuden muutos, jolla kaapeli siirtyy asiakkaan kunnossapitovastuulle. Tämä tehdään liittymissopimuksen päivityksenä ja mukana lähetetään saatekirje, jossa selvitetään mitkä sopimusmuutokset asiakas hyväksyy allekirjoittamalla sopimuksen. Asiakkaan liittymispiste korjataan samalla oikean mukaiseksi ja asiakas hyväksyy myös tämän muutoksen allekirjoittamalla sopimuksen. Jos asiakas ei allekirjoita sopimusta, muutostöitä ei tehdä. Tämä sopimus voisi samalla toimia asiakkaan suostumuksena verkon saneeraukseen. Sopimus voidaan lähettää asiakkaalle allekirjoitettavaksi postitse tai sähköisesti. Postin kautta toimitettavan sopimuksen mukaan tulee liittää saatekirje. Sähköisesti lähetettävän sopimuksen mukana lähtee asiakkaalle viesti. Tämä viesti voidaan muokata vastaamaan saatekirjettä, ja selostaa siinä kaikki mihin sitoutuu allekirjoittaessaan sopimuksen.

5.4.2 Asiakkaan mittausratkaisu

Asiakkaan olemassa oleva energiamittari tai -mittarit siirretään yhdistelmäkaappiin vanhasta sijainnistaan saneeraustyön yhteydessä. Useamman kuin kahden mittauksen liittymissä mittarit jätetään vanhaan sijaintiinsa ja mittaristikko ohitetaan yhdistelmä-

kaapissa. Asiakkaan vanha pääkeskus muuttuu tällöin ryhmäkeskukseksi, ja uusi pääkeskus on tontin rajalle asennettava yhdistelmäkaappi. Kaikissa uusissa sähköliittymissä Caruna vaatii mittauskeskuksen asentamista kiinteistön ulkoseinälle tai omalle jalalleen tontilla, ns. tonttikeskukseen. Myös tehdessä merkittäviä muutoksia asiakkaan verkkoon, kuten uusittaessa mittauskeskusta tai liittymiskaapelia, Caruna vaatii keskuksen siirtämistä ulos, ulkoseinälle tai omalle jalalleen. Asiakkaan tulee teettää nämä muutostyöt sähköurakoitsijallaan ja omalla kustannuksellaan. Näin vaaditaan, koska Caruna haluaa taata helpon pääsyn sähkömittareille, esimerkiksi vikatilanteita varten. Tämän konseptin mukaisella verkkorakenteella ei ole tarvetta erilliselle mittauskeskukselle. Asiakas voi siis saneeraustyön yhteydessä poistattaa ulkokeskuksensa tai siirättää sen sisälle halutesaan teettämällä muutostyöt omalla urakoitsijallaan.

5.4.3 AMKA-koukut seinällä

Vanhoissa ilmalinjaverkoissa asiakkailla on usein liittymispisteenä AMKA-koukut kiinteistön seinässä. Asiakkaan liittymispiste, eli verkkoyhtiön ja asiakkaan välinen vastuuraja, on tällöin koukut seinällä. Saneerauksen yhteydessä ilmalinja ja koukut puretaan ja muutetaan maakaapeliverkoksi. Liittymän pääsulakkeet saattavat olla tässä kohdassa ja nämäkin puretaan, sillä pääsulakkeet tulevat sijaitsemaan tontin rajalla.

5.4.4 Yhteiskäyttöpylväät

Saneeraustyön yhteydessä ilmalinjaverkko muutetaan maakaapeliverkoksi. Ilmalinjat puretaan pylväistä ja pylväät poistetaan. Tämä koskee kuitenkin vain pelkästään jakeluverkkoyhtiön käytössä olevia pylväitä. Jos pylväs on niin sanottu yhteiskäyttöpylväs, eli pylväs on myös muiden tahojen, kuten katuvalaistusverkon tai teleoperaattoriverkon käytössä, ei jakeluverkkoyhtiö voi poistaa pylvästä saneerauksen yhteydessä ellei myös muut toimijat pura samalla verkkoaan pylväistä. Kuvassa 10 näkyy esimerkki yhteiskäyttöpylvästä. Pylvään purkaminen on pylvästä viimeisenä poistuvan tahon vastuulla. Saneerausprojektien yhteydessä on selvitettävä muiden toimitsijoiden halukkuus saneerata tai purkaa omat verkkonsa samalla. Erityisesti kaupungeissa ja taajamissa ovat pylväät usein yhteiskäytössä. [16. s. 18]



Kuva 10. Yhteiskäyttöpylväs [16.]

5.4.5 Keskukset pylväissä

Caruna ei enää salli asiakkaiden keskusten kiinnittämistä pylväisiinsä, vaikka pylväs sijaitseekin asiakkaan tontilla. Sähköverkkoasentajien on vaikeaa ja vaarallista kiivetä pylväisiin, joihin on kiinnitetty keskuksia, ja siksi tältä pyritään välttymään. Kuitenkin keskuksia on usein kiinni pylväissä, eikä Caruna vaadi näiden irrottamista, sillä aikanaan tämä on ollut sallittua. Tapauksissa, joissa asiakkaan keskus on kiinni purettavassa ilmalinjan pylväessä, puretaan ilmalinja pylvästä ja pylväs katkaistaan moottorisahalla keskuksen yläpuolelta ja pylvään tynkä jää keskuksen jalustaksi asiakkaalle, ellei asiakas halua omalla kustannuksellaan asentaa keskusta omalle jalustalleen. Jos pylväs on yhteiskäytössä muiden tahojen kanssa, kuten valaistus- tai televerkkoyhtiöiden käytössä, ei pylvästä voida luonnollisesti katkaista ennen kuin nämäkin toimijat ovat poistaneet verkkonsa pylvästä.

5.4.6 Suuret tontit

Suurilla tonteilla, joilla matkaa tontin rajalta asiakkaan mittauskeskukselle on yli 200 metriä, verkko rakennetaan asiakkaan tontin sisälle 200 metrin päähän asiakkaan keskuksesta. Näin toimitaan, sillä standardi SFS-6000 määrää, että uudessa jakeluverkossa

tulee olla maadoituspiste korkeintaan 200 metrin välein ja maadoituspisteen rakentamista ei asiakkaalta vaadita, vaan verkkoyhtiö rakentaa sen. Tästä syystä näissä koh-teissa täytyy verkko ja maadoituspiste rakentaa asiakkaan tontin sisälle. Maadoituspis-teenä toimii yleensä jakokaappi, maadoitettu ilmalinjan pylväs tai muuntamo. On kuiten-kin pohdittava tulisiko suurien tonttien kohdalla yhdistelmäkaappi tuoda lähemmäksi asi-akkaan kulutuspistettä, sillä asiakkaan näkökulmasta ei ole kauhean käytännöllistä, jos energiamittari ja pääkytkin sijaitsevat 200 metrin päässä kiinteistöstä, esimerkiksi met-sässä tai pellolla. Asiakas joutuisi tällöin myös asentamaan itse mittauksen jälkeisen kaapelin tuolle 200 metrin matkalle, ja kaapelin tulisi olla sähköisiltä ominaisuuksiltaan riittävä, että sähköiset arvot olisivat riittävät vielä kaukaisimmalla ryhmällä. Tämä saat-taisi aiheuttaa asiakkaalle huomattavia kustannuksia. [10.]

5.4.7 Puretun verkon kierrättäminen

Caruna on tehnyt vuonna 2015 sopimuksen Kuusakoski Oy:n kanssa puretun materiaa-lin kierrätyksestä. Kuusakoski Oy:n vastuulla on purkumateriaali kokonaisuudessaan ja he huolehtivat, että kierrätyskelpoinen materiaali hyötykäytetään parhaan mukaan, ja että muu materiaali hävitetään oikeaoppisesti. Verkkoa purkava urakoitsija lajittelee ma-teriaalin ja Kuusakoski Oy noutaa sen kierrätykseen. Sähköpylväät ovat ongelmajätettä johtuen niissä käytetyistä kyllästyskemikaaleista ja ne toimitetaan poltettavaksi Ekoke-mille. Muuntamoissa käytetty öljy on myös ongelmajätettä, mutta osa siitä pystytään hyö-dyntämään jatkokäsittelyn avulla. [3.]

5.5 Uuden verkon dokumentointi

Saneeraustyön yhteydessä uusi sähköverkko dokumentoidaan tarkasti Trimble NIS-verkkotietojärjestelmään sijainti- ja ominaisuustietoineen työtä varten perustettuun suun-nitelma-alueeseen. Dokumentointia suoritetaan työn edetessä. Suunnitelmaan lisätään uudet komponentit ja purettavat poistetaan suunnitelmasta. Kun uusi sähköverkko on valmistunut ja loppudokumentointi on tehty suunnitelma-alueeseen, ajetaan se verkko-tietojärjestelmän Master-tietokantaan, joka kuvaa verkon todellista nykytilaa. Tämän ajon jälkeen uudet komponentit ovat osana verkko-omaisuutta.

6 Tekninen määrittely

6.1 Yhdistelmäkaappi

Yhdistelmäkaappi on nimi kyseisessä verkonrakennuskonseptissa verkkoyhtiön tarjoamalle mittaus-/pääkeskukselle, joka asennetaan asiakkaan tontin rajalle. Yhdistelmäkaappi ja sen tärkeimmät ominaisuudet on esitetty kuvassa 11.



Kuva 11. Yhdistelmäkaappi maastossa, kuvassa asiakkaan puoli kaapista

6.1.1 Pääsulakkeet

Yhdistelmäkaapissa on asennettuna 63 A:n tulppasulakepohjat. Asiakas voi muuttaa sulakekokoaan liittymisoikeuden rajoissa, pienin liittymäkoko on 3x25 A. Sulakkeiden koko vaikuttaa asiakkaan kuukausittain perittävään perusmaksuun. Asiakas voi tehdä verkko-

yhtiön kanssa liittymisoikeuden muutostilauksen, jos hän haluaa ottaa suuremmat pääsulakkeet käyttöön. Verkkoyhtiö solmii asiakkaan kanssa liittymisoikeuden muutospimuksen ja tämän tultua voimaan asiakas voi itse asentaa kaappiin suuremmat sulakkeet ja käyttää enemmän sähköä tarvittaessa. Keskus merkitään tarralla, joka ilmoittaa asiakkaan liittymisoikeuden, esim. "Suurin sallittu sulakekoko 3x25 A". Jos asiakas koroittaa liittymisoikeuttaan, hänelle lähetetään postitse uusi tarra liimattavaksi keskukseen. Tämä kyseinen yhdistelmäkaappimalli sallii korkeintaan 3x63 A:n pääsulakkeet. Suurempia liittymiä käsitellään luvussa 7.3.

6.1.2 Energiamittari

Uudiskohteissa energiamittari on valmiiksi asennettu yhdistelmäkaappiin jo tehtaalla. Saneerauskohteissa asiakkailla on jo energiamittari käytössään. Asiakkaan mittari siirretään yhdistelmäkaappiin, jos asiakkaalla on jo käytössä etäluettava energiamittari. Lähes kaikki Carunan mittarit on vaihdettu etäluettaviin hiljattain AMM-projektin yhteydessä, varsinkin suoran mittaustavan mittarit. Jos asiakkaalla ei kuitenkaan ole käytössään etäluettavaa mittaria, vaihdetaan se saneeraustyön yhteydessä Echelon-tyypin etäluettavaan mittariin. Echelon-mittarista tarkemmin luvussa 6.2. Useamman mittauksen kohteista lisää luvussa 7.2.

6.1.3 Verkkoyhtiön puoli

Yhdistelmäkaapin verkkoyhtiön puoli toimii käytännössä jakokaappina, ja regulaatiomallissa se tulkitaan sellaiseksi ja siitä saadaan verkko-omaisuutta, sillä se on osa runkoverkkoa. Jakokaappipuolen liitännät ovat tyypillisesti jäykkiä kiskoliitännöitä, mutta tarvittaessa kaappiin pystyy myös lisäämään yhden jonovarokkeellisen lähdön. Tämä lisää kaapin käytännöllisyyttä, sillä se mahdollistaa selektiivisen sulakesuojauksen, ja tästä voi myös tulevaisuudessa toteuttaa verkkoon haaroja tarpeen vaatiessa esimerkiksi uuden liittymän liittämistä varten. Runkokaapelina yhdistelmäkaappien jakokeskuspuolten välillä käytetään yleensä AXMK4x150- tai AXMK4x95-maakaapeleita riippuen verkon kuormituksesta. Jakokeskuspuoli kaapista on esitetty kuvassa 12. Lähdöt ovat sulakkeettomia, eli jäykkiä.



Kuva 12. Yhdistelmäkaappi, jakeluverkko-yhtiön puoli.

6.1.4 Tekniset tiedot

Yhdistelmäkaapin tekniset tiedot ovat seuraavat:

Tyyppi - MMK

Nimellisvirta - 63 A

Nimellisjännite - 400 V

Laskennallinen eristysjännite - $U_i > U_e$

Suurin sallittu lyhytkestoinen virta - 10 kA

Nimellistaaajuus - 50 Hz

EMC-luokka - 1

Jakelujärjestelmä - TN-S

Mitat - 364 x 1800 x 278 mm

Paino - 46 kg

Suojaluokitus - IP34

Liittimet liittymiskaapelille - vaihejohtimet 50mm² asti, PEN-johdin 35mm² asti

Sulakepohjat - 63 A, tulppamalliset

Kondensaatiovedenpoistovastus - keskuksessa, kytketty mittaamattomalle puolelle

6.2 Etäluettava Echelon-mittari ja keskitin

Carunan käyttämä Echelon-mittari on etäluettava energiamittari, joka kerää jatkuvasti dataa asiakkaan kulutuksesta sekä sähkön laadusta. Mittarin ulkonäkö selviää kuvasta 13. Mittari soveltuu suoraan mittaustapaan, mitattavan lähdön sulakkeiden ollessa korkeintaan 63 A:n suuruiset. Mittari lähettää tiedot sähköverkkoa pitkin PLC-teknologialla (Power Line Communication) samassa muuntopiirissä sijaitsevalle keskittimelle, joka taas lähettää datan eteenpäin verkkoyhtiölle analysoitavaksi. Etäluettava mittari mahdollistaa myös asiakkaille energiankulutuksen seurannan päivän viiveellä. Asiakas voi ottaa käyttöönsä maksuttoman energiaseurantapalvelun, jolloin hän voi seurata energiankulutustaan tuntitasolla internetin kautta ja puuttua kulutuspiikkeihin. [17.]



Kuva 13. Etäluettava Echelon-energiamittari [17.]

Echelon-mittareissa on yhtenä lisäominaisuutena ns. pehmosulake, eli virran ylittäessä tietyn rajan, esimerkiksi asiakkaan liittymisoikeuden, mittari katkaisee sähkönsyötön. Tätä toiminnallisuutta ei ole vielä otettu käyttöön, mutta tulevaisuudessa tätä tullaan varmasti hyödyntämään. Yhdistelmäkaapissa on 63 A:n sulakepohjat, joten asiakkaat voivat itse vaihtaa sulakkeet suuremmiksi 63 A asti, vaikka heidän liittymisoikeutensa ei tähän riittäisikään. Pehmosulakkeen käyttöönotto estäisi liittymisoikeuden ylittämisen.

Uudisasennuksissa tulee mittari asentaa pääsulakkeiden jälkeen, mutta ennen pääkytkintä, sillä muuten mittarin etäyhteys katkeaa, jos pääkytkin käännetään 0-asentoon. Tästä lähtee virheilmoitus verkkoon ja käytännössä verkkoyhtiö luulee, että kohteen sähkönsyöttö on katkennut vian vuoksi. Yhdistelmäkaapissa kytkentäjärjestys on oikea: sulakkeet -> energiamittari -> pääkytkin. Sähkönsyötön voi katkaista myös painamalla mittarista 0-painiketta. Tämä katkaisee sähköä, eikä virtaa kulje mittarin läpi. [17.]

Keskitin kerää muuntopiirin mittareiden lähettämän PLC-datan (Power Line Communication) ja lähettää sen 3G-matkapuhelinverkkoa pitkin verkkoyhtiölle analysoitavaksi. PLC-viestintä tapahtuu taajuusalueella 75 – 86 kHz. Jokaisessa muuntopiirissä on oltava keskitin, jotta mittareiden etäluenta ja -hallinta on mahdollista. Jos muuntopiirin keskitin sijaitsee asiakkaan keskuksessa ns. reppuasennuksena, eli asennettuna energiamittarin alle, tulee se saneerauksen yhteydessä siirtää muualle muuntopiiriin. Keskittimet siirretään lähes poikkeuksetta muuntamoihin. [17.]

7 Ratkaistavat asiat/Haasteet

7.1 Kuormanohjaus

Jos asiakkaalla on käytössään kaksiaikainen siirtotariffi, kuten yö- tai kausisiirto, tarvitaan halvemman sähkönsiirtohinnan aikaan päälle kytkettäville kuormille kuormanohjaus sähkömittarilta. Tällaisia kuormia ovat esimerkiksi lämminvesivaraaja tai varaava sähkölämmitys. Sähkömittari saa ohjauskäskyn verkosta ja kytkee kuormat päälle, kun sähköenergian siirto on edullisempaa. Kuorman kytkentä tapahtuu tyypillisesti releen avulla. Sähkömittarin ja kuormia ohjaavien releiden välille pitää asentaa kuormanohjausjohtimet, jotta kytkentäsignaali välittyy. Tämä muodostuu ongelmaksi, kun asiakkaan mittaus siirretään yhdistelmäkaappiin tontin rajalle. Kuormanohjausta ei voida käyttää, ellei välille asenneta kuormanohjausjohtimia. Emme voi vaatia asiakasta luopumaan kaksiaikaisen tariffin käytöstä ja olisi myös kohtuutonta vaatia asiakasta itse omakustanteisesti rakentamaan kuormanohjauksen vaatimat johtimet yhdistelmäkaapilta kuormia ohjaaville releille. Tapauksissa, joissa asiakkaan liittymiskaapeli saneerataan samalla, voisi toimiva ratkaisu olla asentaa asiakkaalle esimerkiksi MCMK-O-tyyppin voimakaapeli tai vastaava. MCMK-O-kaapelin rakenne selviää kuvasta 14. Tässä kaapelityypissä on kolmen vaihejohtimen ja nollajohtimen lisäksi kaksi ohjausjohdinta, joiden avulla kuormanohjauksen voi toteuttaa.



Kuva 14. MCMK-O-tyyppin kaapeli. [18.]

Tapauksissa, joissa asiakkaan tontilla olevaa liittymiskaapelia ei tarvitse saneerata, pitää kuormanohjausjohtimet asentaa yhdistelmäkaapin ja asiakkaan kuormia ohjaavan keskuksen välille erillisellä ohjauskaapelilla. Tämä on jakeluverkkoyhtiön vastuulla eikä asiakkaalle saa tästä työstä syntyä kustannuksia. Näihin kohteisiin on pohdittava mahdollisen langattoman viestiyhteyden hyödyntämistä. Näin säästyttäisiin kalliilta ja vaivalloiselta ohjauskaapelin asentamiselta. Langattomana yhteytenä voisi harkita esimerkiksi yksinkertaisten laitteiden langatonta verkottamista varten kehitettyä ZigBee-teknologiaa. Yhdistelmäkaappiin asennettaisiin tällöin ZigBee-lähetin ja vastaanotin sijoitettaisiin kuormanohjausreleen luo. Teknologian rajoitteena on kuitenkin suhteellisen lyhyt kantomatka, noin 100 metriä optimaalisissa olosuhteissa. Kaikkiin kohteisiin tämä ei soveltuisi, sillä matka yhdistelmäkaapilta kuormanohjausreleelle voi olla pidempi, mutta selvästi suurimmassa osassa kohteista matka on kuitenkin lyhempi kuin 100 metriä. Jos asiakkaalla ei ole saneeraushetkellä käytössä kaksiaikaista tariffia, mutta asiakas haluaa ottaa sen käyttöön myöhemmin, tulee asiakkaan itse omakustanteisesti asentaa kuormanohjausjohtimet yhdistelmäkaapilta kuormanohjausreleille ja teettää työ omalla sähköurakoitsijallaan. [19.]

7.2 Monimittarikohteet

Korkeintaan muutaman käyttöpaikan kohteissa voidaan mittaukset vielä siirtää yhdistelmäkaappiin. Kaappi on moduulirakenteella kasvatettavissa. Kaapin kyljissä on läpivientiaukot, joten kaapin kylkeen voidaan asentaa erillinen mittausmoduuli lisämittareita varten. Näin toimiessa tulee kuitenkin ottaa huomioon, että jos mittaukset ovat aiemmin sijainneet kiinteistössä, ja nyt ne siirretään yhdistelmäkaappiin, tulee mittauksen jälkeiset ryhmäjohtot asentaa jokaiselle mittaukselle verkkoyhtiön kustannuksella. Tämä tuottaa paljon lisätyötä ja -kustannuksia kaapelien asennustyön takia. Tästä syystä ei usean käyttöpaikan kohteissa ole järkevää siirättää mittauksia tontin rajalle. Mittausten takaisien johdotusten määrä kasvaa merkittävästi, ja kaapeleiden asennustyön työn vaivan ja kustannusten lisäksi asiakkaan verkossa syntyvät siirtohäviöt kasvavat myös poikkipinnoiltaan ohuiden ryhmäjohtojen takia. Monimittarikohteissa on siis viisainta jättää mittaukset entisiin paikkoihinsa. Saneeraustyö voidaan kuitenkin muilta osin suorittaa. Tontin rajalle voitaisiin asentaa yhdistelmäkaappi, jonka mittausristikko on ohitettu ja joka toimii vain pääkeskuksena sekä asiakkaan sähköliittymän liittymispisteenä. Tämän yhdistelmäkaapin tulee kuitenkin olla virrankestoltaan ja liitännöiltään suurempi kuin tässä

työssä esitellyn yhdistelmäkaapin. Toinen vaihtoehto olisi asentaa tontin rajalle perinteinen jakokaappi. Jakokaappi toimisi liittymispisteenä asiakkaan sähköliittymälle. Jakeluverkkoyhtiö on vastuussa sähkönlaadusta sähkömittareille asti, joten jos asiakkaan mittaukset eivät sijaitse tontin rajalla yhdistelmäkaapissa, tulee liittymiskaapelin täyttää jakeluverkkoyhtiön vaatimukset mittauspisteelle asti. Näissä kohteissa asiakkaan sähköurakoitsijan tulee ilmoittaa kaapelin tyyppi ja poikkipinta Yleistietolomakkeella, joka toimitetaan verkkoyhtiölle. Verkkoyhtiö tarkastaa vaatimusten täyttymisen ennen kytkentä-lupaa. Energiamittarit ovat verkkoyhtiön omaisuutta ja on hieman ristiriitaista, että mittaukset sijaitsevat asiakkaan verkossa liittymispisteen jälkeen, mutta näihin ei helposti muutakaan ratkaisua saada, johtuen juuri ryhmäjohtojen asentamisen epäkäytännöllisyydestä. Kuitenkin kahden tai kolmen käyttöpaikan sähköliittymässä, voidaan mittaukset siirtää yhdistelmäkaappiin, jota kasvatetaan lisämoduulilla lisämittauksia varten. Paritalokohteissa on tyypillisesti kaksi tai kolme käyttöpaikkaa, ja paritaloliittymät ovat hyvin yleisiä, joten näihin kohteisiin tämä on toimiva ratkaisu.

7.3 Suuret liittymät

Suurien liittymien, eli yli 63 A:n liittymien kohdalla, verkko saneerataan kuten aiemmassa kappaleessa esitetyissä monimittarikohteissa, eli asiakkaalle asennetaan yhdistelmäkaappi, mutta asiakkaan mittauskeskukset jäävät käyttöön ennallaan, eikä niitä siirretä yhdistelmäkaappiin. Yhdistelmäkaappi toimii siis asiakkaan pääkeskuksena ja liittymispisteenä. Yhdistelmäkaapista tulee valmistaa malli, joka soveltuu sähköisiltä ominaisuuksiltaan suuremman liittymän tarpeeseen. Virrankestoisuuden sekä liitäntöjen tulee olla riittävät. Tällaista kaappimallia ei ole vielä luotu, koska konseptin pilotoiminen kohdistuu alussa lähinnä pieniin, pääsulakkeeltaan 3x25 A - 3x63 A:n sähköliittymiin. Tontin ulkopuolinen verkko saneerataan maakaapeliverkoksi konseptin mukaisesti, sekä asiakkaan tontilla olevat mahdolliset ilmalinjat tai riittämättömät tai huonokuntoiset kaapelit saneerataan.

7.4 Liittymisoikeusmuutokset

Pienin Carunan tarjoama sähköliittymän liittymisoikeuskoko on 3x25 A. Asiakas voi halutessaan tilata liittymisoikeuden korotuksen, ja tästä solmitaan asiakkaan kanssa uusi

liittymissopimus, joka korvaa aiemman sopimuksen. Jos asiakkaalla on käytössä yhdistelmäkaappi, jossa on 63 A:n sulakepohjat, voi asiakas ottaa suuremmat sulakkeet käyttöönsä 63 A:iin asti vain tekemällä sopimusmuutoksen Carunan kanssa. Verkon sähkötekniset arvot tulee kuitenkin varmistaa, vaikka tämä uusi verkkorakenne on suhteellisen jäykkä ja näin pienien korotusten ei pitäisi saada verkkoa ylikuormaan. Jos asiakas haluaa korottaa liittymisoikeuttaan yli 63 A:n, tulee yhdistelmäkaappi vaihtaa suurempaan malliin. Verkon kapasiteetti myös tarkistetaan ja tarvittavat verkonvahvistustoimenpiteet suoritetaan ennen kuin asiakas voi ottaa suuremman liittymän käyttöönsä. Vahvistustoimenpiteet aiheuttavat liittymän suurentamiseen toimitusajan, joka on tyypillisesti kahdesta kuukaudesta ylöspäin. [5.]

7.5 Yksivaiheiset sähköliittymät

Sama etäluettava Echelon-mittari, jota kolmivaiheisessa mittauksessakin käytetään, soveltuu myös yksivaiheiseen mittaukseen. Käytettävä vaihe on kytkettävä mittarin ”1-vaiheeseen”, mutta käytettävä vaihe voi olla mikä tahansa kolmesta. Jos muuntopiirissä on useita yksivaiheisia liittymiä, pitää niitä jakaa eri vaiheille, että kuormitus on tasaista ja välttää vinokuormalta, eli vaiheiden epätasaiselta kuormittamiselta. Olisi toivottavaa, että asiakkaat muuttaisivat saneeraustyön yhteydessä liittymänsä kolmivaiheisiksi, mutta tätä ei voida kuitenkaan vaatia heiltä. Verkkoyhtiö ei voi myöskään ilmaiseksi tarjota kolmivaiheistamista asiakkaiden tasavertaisen palvelemisen takaamiseksi, vaan hinnan pitää olla hinnaston mukainen. Kolmivaiheistusta tulee kuitenkin tarjota asiakkaalle saneerausprojektin yhteydessä. Liittymän muuttaminen kolmivaiheiseksi on mahdollista myös jälkikäteen tekemällä liittymissopimusmuutos, sähkönostosopimukseen ei tarvitse tehdä muutoksia. Verkkoyhtiön asentajan täytyy käydä paikan päällä kytkemässä puuttuvat vaiheet yhdistelmäkaapissa. Tästä käynnistä veloitetaan palveluhinnaston mukainen asentajakäyntimaksu. Kolmivaiheista pistorasiaa ei asenneta yhdistelmäkaappiin, jos liittymä on yksivaiheinen. Liittymisoikeuden ja liittymän yksivaiheisuuden tulee selvitä yhdistelmäkaappiin liimatusta tarrasta.

7.6 Asiakkaiden suostumus

Asiakkaiden suostumus saneerausprojektiin tulee selvittää heti aluksi. Asiakkaille pitää lähettää kirje, jossa esitellään projekti, aikataulu ja itse yhdistelmäkaappi. Projekti pitää

esitellä perusteellisesti asiakkaille ja kirjeessä tulee painottaa asiakkaille syntyviä hyötyjä, jotta asiakkaiden suostumus olisi helpompi saada. Samassa kirjeessä voisi lähettää tarvittavat sopimukset asiakkaalle allekirjoitettavaksi. Asiakkaille, joilla on yksivaiheinen liittymä, tarjotaan samalla kolmivaiheistusta liittymismaksuhinnaston mukaisella hinnalla. Kirjeen mukana on lähetettävä myös yhteystiedot lisätietojen tiedustelua varten. Kaikilta asiakkailta ei varmastikaan saada suostumusta saneeraustyölle. Asiakas ei esimerkiksi välttämättä halua, että hänen tontillaan kaivetaan maata auki tai voi olla, että asiakasta ei vain tavoiteta, jolloin ei suostumustakaan saada. Tulee kuitenkin pohtia, mikä on raja projektin toteutumiselle, eli kuinka ison osan asiakkaista täytyy lähteä mukaan projektiin, että se olisi kannattavaa toteuttaa. Tapauksissa, joissa asiakkaan suostumusta ei syystä tai toisesta saada, pitää verkko rakentaa niin, että mukaan lähtemättömien asiakkaiden tontin sisäinen verkko jätetään ennalleen, mutta varaudutaan mahdollisimman hyvin siihen, että suostumus myöhemmin saadaan ja verkko saneerataan erikseen jälkikäteen. Eli suunnitellaan verkko siten, että liittymät ovat myöhemmin mahdollisimman pienellä työllä muutettavissa tämän saneeraustavan mukaiseksi verkoksi. Saneeraus tulisi tarjota ilmaiseksi myös jälkikäteen, on verkkoyhtiönkin etu yhdenmukaistaa verkkoa.

8 Hyödyntäminen tulevaisuudessa

8.1 Pilottihanke verkonsaneeraukseen

Carunan on tarkoitus pilotoida tätä konseptia verkonsaneeraushankkeella, jonka on tarkoitus käynnistyä vuoden 2016 loppupuolella. Projektiin valitaan sopiva kokonaisuus, noin kymmenen muuntopiirin alue, jonka keskijännite- sekä pienjänniteverkko saneerataan tämän konseptin verkkorakenteen mukaiseksi. Projektin kohteiden valinnassa huomioidaan erityisesti verkon ikää, maakaapeliastetta sekä verkon kuormitustasoa projektin kannattavuuden selvittämiseksi, mutta tämän konseptin pilotoinnin kannalta on tärkeää valita myös tarpeeksi haastava kohde, jossa vastaan tulisi paljon eri mahdollisia skenaarioita ratkaistavaksi. Tarkoituksena on valita alue, jolta löytyy eri sähköliittymäkoja, eri kokoisia tontteja ja mahdollisimman monimuotoinen sähköverkkorakenne, jotta saavutettaisiin kattava pilottihanke. Tämän hankkeen valmistuttua voidaan tuloksista tarkemmin pohtia tulevaa pienjänniteverkon saneerausstrategiaa ja tehdä päätös otaanko tämä toimintamalliksi tulevaisuudessa.

8.2 Tulevaisuuden palvelut

Yhdistelmäkaappi tukee tulevaisuuden verkkovisiota, jossa esimerkiksi asiakkaan sähköautoa ladataan suoraan yhdistelmäkaapin kolmivaiheisesta pistorasiasta tai asiakkaan mikrotuotantolaitteisto liitetään suoraan mittauskeskukseen. Yhdistelmäkaappimalia tullaan jatkuvasti kehittämään tulevaisuuden tarpeiden mukaan. Esimerkiksi etäkytkettävien lähtöjen lisääminen kaappiin tulee varmasti olemaan haluttu ominaisuus ja näitä voidaan käyttää mm. lämpökuormien kytkemiseen etänä. Asiakas voisi siis vaikka älypuhelimestaan kytkeä kuormat ajastetusti, esimerkiksi auton lämmitys voidaan ajastaa etänä kytkeytymään halutuksi ajaksi asiakkaan toiveiden mukaisesti, jos auto on kytkettynä yhdistelmäkaappiin. Toinen käyttökohde voisi olla vapaa-ajan asunnon lämmityksen kytkeminen haluttuun aikaan ennen asunnolle saapumista, jolloin tämä olisi jo valmiiksi lämmin asiakkaan saapuessa.

8.3 Aurinkosähkön tuottaminen

Aurinkosähkön tuottaminen on yleistynyt voimakkaasti lähivuosina, ja yhä useampi tuottaa osan kuluttamastaan sähköstä itse. Aurinkopaneelijärjestelmien kehityksessä on menty eteenpäin ja laitteistoja pystytään tuottamaan jatkuvasti kuluttajaystävällisempään hintaan, mikä edistää omatuotannon määrän kasvamista tekemällä siitä kuluttajalle kannattavampaa. Sähkön tuottaminen auringosta saatavalla energialla on todella ympäristöystävällinen tuotantotapa, ja auttaa asiakasta pienentämään sähkölaskuaan. [3.]

Aurinkosähkölajärjestelmä liitetään jakeluverkkoon, ja tuotannon määrän ylittäessä asiakkaan oman sähkönkulutuksen, syötetään ylimääräinen sähkö jakeluverkkoon. Uudet älykkäät energiamittarit, kuten yhdistelmäkaapissa käytetty Echelon-mittari, soveltuvat kaksisuuntaiseen energianmittaukseen. Tämä tarkoittaa sitä, että kun tuotannon määrä ylittää kulutuksen, verkkoon takaisin syötetty energia mitataan ja asiakas voi myydä tätä tuottamaansa ylijäämäenergiaa sähkönmyyntiyhtiöille tekemällä tuotantosopimuksen. Kaksisuuntainen energianmittaus voidaan ottaa käyttöön etänä verkkokäskyjen avulla. Asiakas voi siis halutessaan hankkia itselleen aurinkosähkölajärjestelmän, ilmoittaa siitä jakeluverkkoyhtiölle, ja kytkentäluvan saatuaan ottaa järjestelmän käyttöönsä. Asiakas tarvitsee tätä varten oman sähköurakoitsijan, joka pyytää kytkentälupaa verkkoyhtiöltä lähettämällä kytkentäpyyntölomakkeen, jolla urakoitsija vakuuttaa, että järjestelmä on

turvallisesti kytkettävissä verkkoon. Asiakas voi syöttää ylijäämäenergian takaisin verkkoon veloituksetta. Halutessaan, asiakas tekee sopimuksen ylijäämäenergian myynnistä, minkä jälkeen verkkoyhtiö ottaa verkkokäskyn avulla kaksisuuntaisen mittauksen käyttöön. Aurinkosähkö- ja muut tuotantojärjestelmät voidaan liittää suoraan yhdistelmäkaappiin mittauksen lähtöpuolelle. [3.]

Vuoden 2016 alussa oli Carunan verkkoon kytkettynä 440 aurinkosähkön tuotantojärjestelmää. Suurin osa näistä sijaitsi Uudenmaan alueella ja Varsinais-Suomessa. Vain noin kolmasosa sähkönmyyjistä Suomessa ostaa kuluttajien tuottamaa ylijäämäenergiaa. Sopimus tehdään oman sähkönmyyjän kanssa, eli asiakas siis ostaa ja myy sähköä saman yhtiön kanssa. Ylituotetun sähkön myymisestä saatu korvaus on todella pieni, verkkoon myydystä sähköstä asiakas saa vain noin 3-5 sentin korvauksen, kun taas ostettu sähkö tulee maksamaan jopa 11-14 senttiä per kWh. Ostaessaan sähköä, asiakas maksaa myös sähkönsiirrosta ja sähköverot, mutta tuotetusta energiasta asiakas saa korvauksen vain energiasta. Lainsäädännön tulisi muuttua Suomessa, jotta sähkön tuottamisesta saataisiin kuluttajalle kannattavampaa. Tämä kasvattaisi omatuotannon määrää Suomessa. [20.]

9 Yhteenveto

Sähkönjakeluliiketoiminnan kehitys Suomessa on vahvasti riippuvainen alan lainsäädännön muutoksista. Lainsäädäntö taas seuraa yhteiskunnan muuttuvia tarpeita. Sähkönjakelualalla muutosten läpiajo vie pitkän ajan, joten tulevaisuuden näkymä täytyy olla selvä, jotta kehitys olisi yhteiskuntaa edistävää ja taloudellista. Sähkömarkkinalain muutokset vuonna 2013 pakottavat jakeluverkkoyhtiöitä tarkastamaan liiketoimintastrategiaansa erityisesti pienjännitejakeluverkon osalta. Yhtiöiden tavoitteena on mahdollisimman tehokas ja taloudellinen liiketoiminta. Liiketoiminnan kannattavuus edellyttää asianmukaista strategiaa. Tässä insinööriyössä tutkittu pienjänniteverkon saneerauskonsepti on lakimuutoksiin pohjautuva uusi liiketoimintamalli.

Työn tuloksena saatiin kattava esiselvitys konseptin toimivuudesta. Saneeraustyön yhteydessä esiintyviä yleisimpiä ongelmakohtia on kuvattu ja niille on esitetty ratkaisuehdotuksia. Konseptin toimivuutta ja kannattavuutta tullaan kokeilemaan pilottiprojektilla vuoden 2016 aikana ja tässä työssä esiin nousseille ongelmakohtille pyritään samalla löytämään tehokkaimmat ratkaisut. Jos toimintamalli osoittautuu kannattavaksi, otetaan se osaksi uutta pienjänniteverkon saneerausstrategiaa ja käyttöön Carunan koko verkkoalueella.

Lähteet

- 1 Caruna lyhyesti. Verkkodokumentti. Luettu 25.4.2016.
<<http://www.caruna.fi/caruna/yrityksemme/jaamme-hyvaa-energiaa>>.
- 2 Caruna. Verkkodokumentti. Luettu 24.4.2016.
<<https://fi.wikipedia.org/wiki/Caruna>>.
- 3 Carunan vuosiraportti 2015. Verkkodokumentti. Luettu 1.5.2016.
<<http://vuosiraportti2015.caruna.fi/raportti/asiakkaat-ja-yhteiskunta-2/>>.
- 4 Yrityskauppa Fortumin kanssa. Verkkodokumentti. Luettu 18.4.2016.
<http://www.fortum.com/fi/media/ajankohtaista3/sahkonsiirronmyynti/fortumin_sahkonsiirtoliiketoiminta_suomessa/sivut/default.aspx>.
- 5 Carunan liittymismaksuhinnasto. Verkkodokumentti. Luettu 2.5.2016.
<https://caruna-cms-prod.s3-eu-west-1.amazonaws.com/web_650304_caruna_oy_liittymishinnasto_6s_2015_fi6.pdf?HinEmLpUxTy-fybqmDrfH7ZuNgnZ70c8R>.
- 6 Sähkömarkkinalaki 588/2013. Verkkodokumentti. Luettu 1.12.2015.
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588>>.
- 7 Energiamarkkinavirasto, Perustelumistio nro 2 (versio 3) / 2011 asiakirjalle. Verkojulkaisu. Luettu 2.12.2015.
<https://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/Lahde_11_EMV_Perustelumistio_2_%28versio_3%29-2011.pdf/18914458-d0c8-4955-9ed4-1bb72ba832e6>.
- 8 Energiamarkkinavirasto. Liittymisjohtojen ja käyttöoikeuskenttien käsittely valvontamenetelmissä. Verkkodokumentti. Luettu 2.12.2015 <http://www.energiavirasto.fi/documents/10179/0/Lasse_Simola_EMV.pdf/3625500d-9d37-4b16-a34c-fa500edc49c6?version=1.0>.
- 9 Sähkömarkkinalaki 588/2013. Verkkodokumentti. Luettu 1.12.2016.
<<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2013/20130588>>.
- 10 Sesko Ry 2012. SFS 6000. Standardi.
- 11 Caruna. Verkon rakentamistavat. Yrityksen sisäinen PDF-dokumentti.
- 12 Trimble. Verkkodokumentti. Luettu 3.5.2016. <<http://utilities.trimble.fi/trimble-nis-saumlhkoumlverkoille.html>>.

- 13 Hyvinkään kaupunki. Kaltevankulman rakennustapaohje. Verkkodokumentti. Luettu 10.5.2016.
<http://www.hyvinkaa.fi/globalassets/asuminen-ja-ymparisto/kaavoitus/rakennustapaohjeet/kaltevankulma/kaltevankulma_raktapa_-korjattu_huhtikuu_2015.pdf>.
- 14 Sonera. Tietoliikenneopas pientalorakentajalle. PDF-esite. Luettu 9.12.2015.
<www.sonera.fi/kauppa/liittymat/nettiliittymat/taloyhtionetti/laajakaista-pientaloon>.
- 15 Arto Hirvonen 2014. Opinnäytetyö, Pienjänniteverkon vaihtoehtoiset rakentamistavat.
- 16 Rasmus Kullström 2014. Opinnäytetyö, Korvausvastuu asiakaslähtöisissä verkostotoissa. Kuva muokattu 2.5.2016.
- 17 Caruna. Echelon-mittari. Yrityksen sisäinen verkkodokumentti.
- 18 Reka Kaapelit Oy. MCMK-O-tyypin voimakaapeli. Verkkodokumentti. Luettu 28.11.2015.
<<http://www.reka.fi/voimakaapelit/kuparivoimakaapelit/mcmk-o-voimakaapeli-ohjausjohtimilla>>.
- 19 Wikipedia. ZigBee-teknologia. Luettu 12.5.2016.
<<https://fi.wikipedia.org/wiki/ZigBee>>.
- 20 Taloussanomat. Näin myyt aurinkosähköäsi energiayhtiölle. Verkkodokumentti. Luettu 20.5.2016.
<<http://www.taloussanomat.fi/asuminen/2014/09/08/nain-myyt-aurinkosahkoasi-energiayhtiolle/201411670/310>>.

Yhdistelmäkaappi ABB MMK 01A – 63A

